

Comparaison de l'attention visuelle d'étudiants selon les séquences d'apprentissage

Eliot BILLAUD¹, François LECELLIER¹

¹Institut XLIM, Université de Poitiers, UMR CNRS 7252
11 bvd Marie et Pierre Curie, TSA 41123, 86073 Poitiers CEDEX9, France
prenom.nom@univ-poitiers.fr

Résumé – Actuellement, l'utilisation de dispositif d'*eye tracking* permet de réaliser différentes mesures de l'œil humain et de ses mouvements afin d'étudier le comportement de l'être humain. Dans cet article, nous étudions par comparaison l'attention visuelle d'étudiants lorsqu'ils participent à une séance de TD sur machine ou sur papier. Cette étude se base notamment sur le nombre et les temps de fixation ainsi que sur le positionnement du regard. De plus, nous validerons deux hypothèses de travail sur l'impact du type de séance sur l'attention visuelle des étudiants.

Abstract – Currently, the use of *eye tracking* devices allows various measurements of the human eye and its movements to be made in order to study human behaviour. In this paper, we study by comparison the visual attention of students when they participate in a machine-based or paper-based TD session. This study is based on the number and the time of fixation and the positioning of the gaze. In addition, we will validate two working hypotheses on the impact of the type of session on students' visual attention.

Introduction

De nos jours, il est possible de réaliser des études du comportement humain en se basant sur l'analyse du regard et des mouvements de l'œil. Des dispositifs d'*eye tracking* fixes (tels qu'une caméra placée en face du sujet) ou des dispositifs mobiles (tels qu'une paire de lunettes portée par le sujet) permettent la captation de ces données et d'analyser les déplacements de l'œil grâce au traitement d'informations quantifiables.

Le domaine de l'éducation sollicite fortement le visuel pour transmettre et acquérir de nouvelles connaissances. Il est alors important de pouvoir comprendre comment fonctionne l'attention visuelle d'une personne et comment il est possible de l'impacter.

L'évolution des dispositifs d'*eye tracking* permet à présent aux chercheurs de mener des études sur le comportement de l'être humain en conditions réelles de manière plus simple. Il est alors possible de vérifier des théories basées sur des résultats issus de recherches en laboratoire, mais aussi de prendre en compte de nouveaux aspects afin de déterminer leurs impacts sur l'attention visuelle. Cela inclue, par exemple, les interactions entre personnes lors de travail collaboratif.

Jarodzka et al. (Jarodzka 2021 [1]) présentent différentes modalités utilisées dans le cadre de l'étude de l'attention visuelle. Ils montrent en particulier que la difficulté de comparaison entre les différentes recherches provient de l'hétérogénéité des dispositifs et des publics.

Un certain nombre d'études ont pu être réalisées dans le cadre éducatif. Que ce soit en laboratoire (Przybylo-2018 [3]),

en classe (Yang-2013 [4]) ou par vidéo (Wang-2019 [2]).

Selon Przybylo et al. (Przybylo 2018 [3]), les émotions ressenties par un utilisateur peuvent avoir un impact direct sur son attention visuelle et sur la façon dont il parcourt un document. En particulier le stress entraîne une diminution sensible du nombre de saccades ou de fixations.

Yang et Al. (Yang 2013 [4]), quant à eux, propose une étude de l'attention visuelle d'étudiants lorsqu'ils assistent à la présentation d'un diaporama. L'article met en évidence le fait que les étudiants apportent de manière générale plus d'attention aux textes de présentation, mais qu'ils prennent plus de temps à traiter les images. De plus, il est constaté que les étudiants suivant un cursus universitaire adapté au thème traité accordent plus d'importance aux textes de la présentation.

Wang et al. (Wang 2019 [2]), de leurs côtés, montrent que l'attention visuelle d'étudiants en situation d'apprentissage en vidéo est fortement impactée par la présence ou non de l'enseignant à l'écran. En effet, ils prouvent une corrélation entre cette présence, l'attention visuelle et l'acquisition de connaissances.

La plupart des études que nous avons citées utilisent des métriques communes dans le domaine de l'*eye-tracking*, par exemple, les informations sur les fixations et les saccades (nombre, position, durée, etc.). Dans notre cas, nous travaillerons principalement sur les fixations.

Dans ce papier, nous présentons une étude de l'attention visuelle d'étudiants assistants à différentes séances de TD (sur machine ou sur papier). Nos hypothèses sont les suivantes :

- les étudiants ont davantage de facilité à focaliser leur attention visuelle lors d'une séance de TD sur machine par

rapport à une séance de TD sur papier. Ce qui devrait se matérialiser par une différence significative du nombre de fixations et du temps passé au sein des zones clés d'une séance de TD.

- les étudiants ont fortement tendance à fixer leur regard au centre de leur champ visuel lors d'une séance de TD sur ordinateur. Tandis qu'ils ont plutôt tendance à déplacer leur regard lors des séances de TD sur papier. Ce qui devrait être mis en évidence sur les cartes de chaleur respectives à chaque séance de TD.

Dans la première partie de cet article, nous présenterons le contexte et le protocole de l'expérience. Puis, nous développerons les résultats que nous avons obtenus dans le cadre de notre expérimentation grâce à l'analyse de différentes métriques. Pour finir, nous concluons en proposant différentes ouvertures sur le sujet.

1 Protocole expérimental

Nous allons maintenant présenter notre protocole expérimental. Chaque participant est inscrit en première année d'études universitaires et participe à l'expérimentation sur la base du volontariat. Lors de l'enregistrement, il est équipé durant une trentaine de minutes d'un dispositif d'*eye tracking* mobile sous la forme d'une paire de lunettes *Tobii Glasses 3* fonctionnant à 60 Hz et il participe à l'une des deux séances de TD suivantes en présence du professeur :

- **TD-M** : une séance de TD sur machine où le travail est à réaliser en groupe. Le participant évolue sur le jeu vidéo *Minecraft* et doit réaliser une construction avec son groupe. Dans le cadre de cette séance de TD, les principales zones d'intérêt que nous définissons sont l'écran et le clavier de l'ordinateur ;
- **TD-P** : une séance de TD sur papier où le travail est à réaliser en individuelle. Le participant doit répondre à des exercices d'algorithmique dans le domaine de l'informatique industrielle. Dans le cadre de cette séance de TD, les principales zones d'intérêt que nous définissons sont le tableau, le professeur et la table de l'étudiant.

Lors de la phase d'enregistrement, nous avons réalisé au total 13 enregistrements pour les TD-M et 8 pour les TD-P (dont 1 enregistrement de TD-M et de TD-P ont été jugés non pertinents à cause d'un taux d'acquisition inférieur à 75%). Afin d'établir une comparaison la plus cohérente possible entre les deux types de séances, nous n'analyserons ici que 14 enregistrements (7 pour TD-M et 7 pour TD-P). La sélection des enregistrements TD-M traités c'est faite en se basant sur le taux d'acquisition. Les enregistrements pertinents présentant très peu d'écart par rapport à leur catégories. Nous avons également décidé de ne prendre en compte qu'un segment de 20 minutes situé au milieu de l'enregistrement afin que les données récoltées ne soient pas perturbées par le comportement des étudiants lors de la mise en place et du retrait des lunettes.

2 Analyse des résultats

Afin de vérifier nos hypothèses, nous avons décidé de nous baser sur le nombre de fixations du participant lors d'une séance de TD ainsi que sur leurs positions et leurs durées. Dans cet article, nous utiliserons la définition standard de la fixation (Salvucci 2000 [5]) : une fixation est un type de mouvement oculaire durant lequel le regard reste relativement fixe pendant une durée supérieure à 50 ms.

Dans cette analyse des résultats expérimentaux, nous considérerons en premier le nombre de fixations, puis leur durée et enfin les cartes de chaleur correspondant aux enregistrements.

2.1 Nombre de fixations

La première analyse que nous proposons se base sur le nombre de fixations au sein des zones d'intérêts spécifiques à chaque séance de TD. La comparaison du nombre moyen de fixations par minutes pour chaque séance de TD (Fig. 1 et 2) nous montre :

- qu'il y a significativement plus de fixations au sein des zones d'intérêt lors d'une séance TD-M que lors d'une séance TD-P.
- d'autre part qu'il y a moins de régularité dans le nombre de fixations au sein des zones d'intérêt lors d'une séance TD-P.

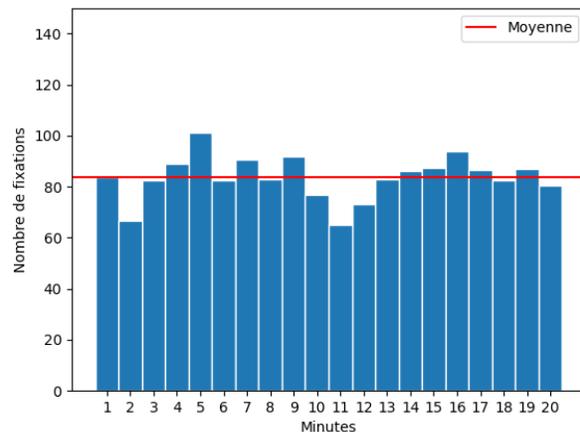


FIGURE 1 – Nombre moyen de fixations par minute pour une séance TD-M.

Le premier point est d'autant plus visible sur les diagrammes présentant le nombre moyen de fixations au sein des zones d'intérêt sur la totalité d'une séance (Fig. 3). En effet, on remarque que la majorité des fixations d'un étudiant se situent dans les zones d'intérêt lors d'une séance TD-M (86.4%) alors que seulement deux tiers des fixations se situent dans les zones d'intérêt lors d'une séance TD-P (64.5%).

Concernant le second point et la régularité sur le nombre de fixations, la forte diminution visible sur la Fig. 3 (près de 50% entre le début et la fin du segment de 20 minutes) peut s'expli-

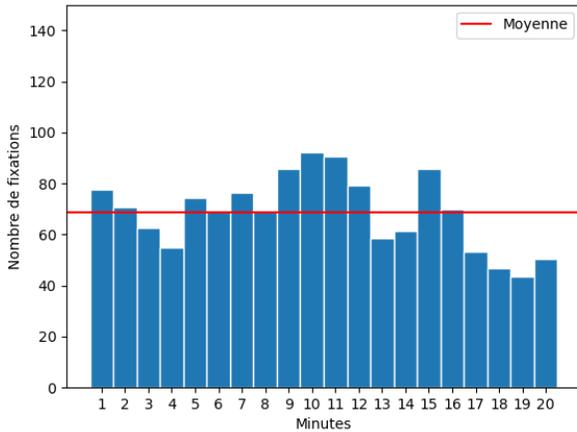


FIGURE 2 – Nombre moyen de fixations par minute pour une séance TD-P.

quer par un relâchement de l'attention des étudiants en cours de séance TD-P, alors que la séance TD-M leur permet d'être plus actif en permanence. Cela peut également venir d'une attention visuelle plus prononcée, ce que nous verrons avec la comparaison des durées de fixations.

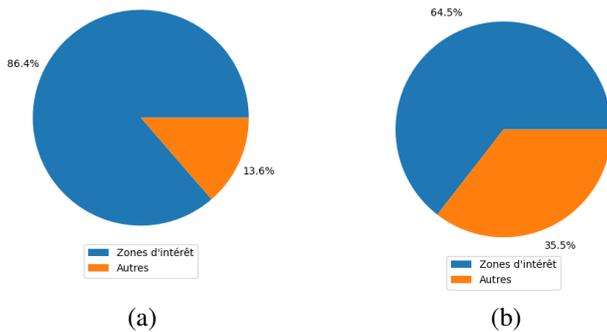


FIGURE 3 – Moyenne du nombre total de fixations : (a) TD-M et (b) TD-P.

On constate donc que l'attention visuelle d'un étudiant diffère en fonction de la séance de TD à laquelle il participe. Mais aussi qu'un étudiant focalise plus fréquemment son regard dans les zones d'intérêt lors d'une séance TD sur ordinateur. Ce qui tend à valider notre première hypothèse.

2.2 Durée totale des fixations

La deuxième analyse que nous proposons se base sur le temps moyen passé au sein des zones d'intérêts spécifiques à chaque séance TD. La comparaison des graphiques (Fig. 4 et 5) nous permet de confirmer les résultats sur le nombre de fixations. Elle est également complémentaire sur la régularité et sur l'impact de la durée de chaque fixation dans l'attention visuelle des étudiants.

Ce qui se confirme aussi sur la totalité de l'enregistrement

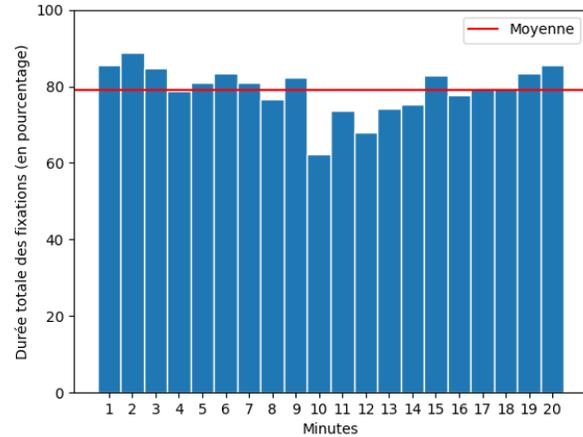


FIGURE 4 – Durée totale des fixations par minute pour une séance TD-M.

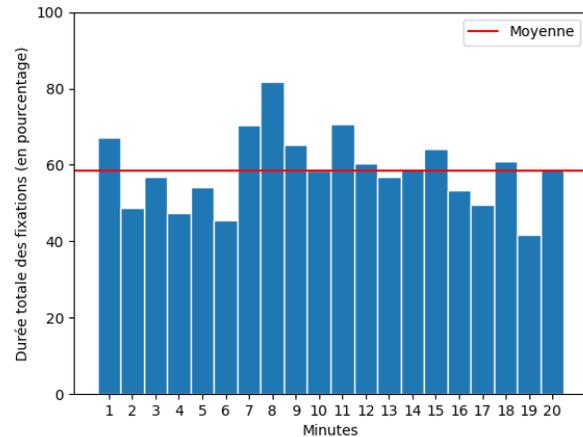


FIGURE 5 – Durée totale de fixations par minute pour une séance TD-P.

(Fig. 6). En effet, on remarque qu'un étudiant passe la grande majorité de son temps (92.4% du temps total) à regarder les zones d'intérêts lors d'une séance TD-M alors qu'il passe seulement les trois-quarts de son temps (75.8% du temps total) à regarder les zones d'intérêts lors d'une séance TD-P.

2.3 Cartes de chaleur

Dans le domaine de l'*eye tracking*, les cartes de chaleur permettent de visualiser le positionnement des points de fixations dans le champ visuel de l'observateur.

En comparant les cartes de chaleurs correspondant à chaque séance de TD (Fig. 7 et 8), il nous est possible d'observer :

- d'une part que le regard des participants à une séance TD-M (Fig. 7) est beaucoup plus focalisé sur le centre de leur champ visuel. Tandis que le regard des partici-

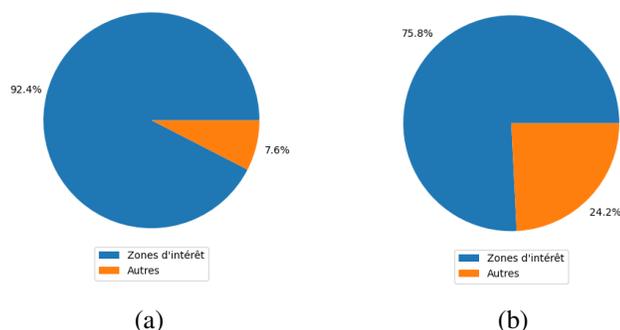


FIGURE 6 – Proportion de la durée total des fixations : (a) TD-M et (b) TD-P.

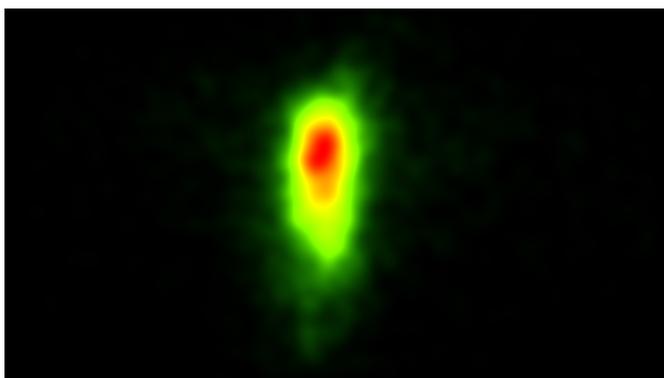


FIGURE 7 – Carte de chaleur (regroupant chaque participant) dans le cadre de l'activité TD-M.

pants de l'activité TD-P (Fig. 8) est plutôt concentré sur la partie basse de ce dernier ;

- d'autre part et d'une manière générale, le regard des participants d'une séance TD-M (Fig. 7) se concentre dans une région plutôt restreinte par rapport au regard des participants d'une séance TD-P (Fig. 8) qui se répartit sur une région beaucoup plus étendue.

Ces deux constatations s'expliquent par l'activité menée par les étudiants. En séance TD-M, la position de l'écran de l'ordinateur est plus haute que leur feuille en séance TD-P. De plus, leur attention est plus aisément perturbée en séance TD-P par les autres étudiants. Enfin, lors des séances TD-P, les interventions du professeur ou bien les informations notées au tableau impliquent une mobilité plus forte du regard.

3 Conclusion

Dans cet article, nous avons validé deux hypothèses de travail sur l'attention visuelle des étudiants en situation d'apprentissage : l'impact du travail sur ordinateur sur l'attention visuelle et la mobilité du regard dans le cadre d'une séance de TD sur papier. Ces deux hypothèses sont fortement corrélées au comportement des étudiants lors de ces séances. L'environnement et les événements qui s'y déroulent ont tendance à bien perturber un étudiant lors d'un TD traditionnel.

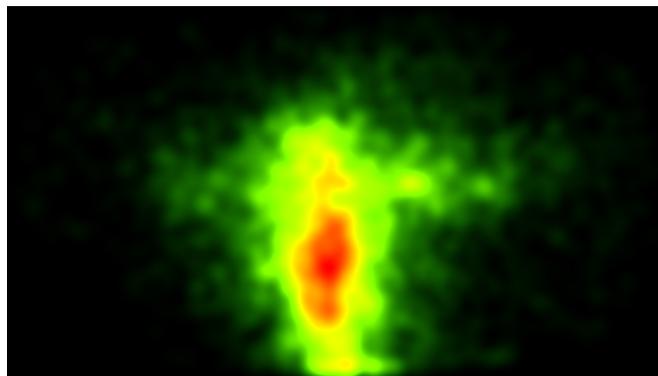


FIGURE 8 – Carte de chaleur (regroupant chaque participant) dans le cadre de l'activité TD-P.

Il sera intéressant de poursuivre l'étude avec d'autres populations étudiantes et sur d'autres activités. Ce qui permettra d'évaluer et de diminuer les biais induits par les différents types d'activités et les conditions dans lesquelles elles se déroulent. Par exemple le type de travail à réaliser, s'il doit s'effectuer en groupe ou en individuel, s'il se fait lors d'une séance de CM, de TD, ou de TP. Ce qui peut impacter les interactions entre les étudiants et leurs comportements. À ce stade l'étude, il est difficile d'évaluer leurs impacts réel avec seulement deux types d'activité et d'environnements. De plus, un complément sur le comportement des étudiants et leur acquisition de compétences (au travers de la captation vidéo sur leurs mouvements et corrélation entre des tests de positionnement) permettra également de tirer des conclusions sur le lien entre attention visuelle, attention globale et apprentissage.

Références

- [1] Halszka Jarodzka, Irene Skuballa1, Hans Gruber. *Eye-Tracking in Educational Practice : Investigating Visual Perception Underlying Teaching and Learning in the Classroom*. Educational Psychology Review, 2021.
- [2] Jiahui Wang, Pavlo Antonenko, Kara Dawson. *Does visual attention to the instructor in online video affect learning and learner perceptions ? An eye-tracking analysis*. Computers & Education 146, 2020.
- [3] Jaromir Przybyło, Eliazs Kańtoch, Piotr Augustyniak. *Eyetracking-based assessment of affect-related decay of human performance in visual tasks*. Future Generation Computer Systems 92, 2019.
- [4] Fang-Ying Yang, Chun-Yen Chang, Wan-Ru Chien, Yu-Ta Chien, Yuen-Hsien Tseng. *Tracking learners' visual attention during a multimedia presentation in a real classroom*. Computers & Education 62, 2013.
- [5] Salvucci, D. D., Goldberg, J. H. *Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols*. In Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium, 2000.